

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Комаровских Андрея Юрьевича «Исследование структуры и электронного состояния парамагнитных центров в алмазе, связанных с вхождением фосфора, кислорода, водорода, кремния и германия», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия

В связи с развитием CVD и НТНР технологий роста кристаллов и пленочных структур алмаза интерес к алмазу сместился в область высоких технологий. Это связано с тем, что в ведущих лабораториях мира активно ведутся работы по использованию оптически активных парамагнитных центров NV и SiV в квантовой фотонике и в квантовых компьютерах. Кроме этого, в мире активно ведутся работы по синтезу алмазов с n- и p-типом проводимости. Последнее направление связано с необходимостью разработки электронных устройств, способных работать в экстремальных условиях при высокой температуре и при высоком уровне радиации. Поэтому актуальность исследования структуры и электронного состояния электрически и оптически активных парамагнитных центров в алмазе, связанных с вхождением примесных элементов P, N, O, Si и Ge, не вызывает сомнения.

В автореферате отражено содержание диссертации, состоящей из трех глав. Первая глава посвящена обзору литературных данных о собственных и примесных парамагнитных центрах в алмазе. На основании анализа литературных данных диссертантом определен круг задач, которые предстояло решить в диссертационной работе. Вторая глава содержит информацию об объектах и методах исследований. Некоторые образцы алмаза выращены в среде обогащенной магнитными изотопами примесных элементов. Это обстоятельство позволяет получить более полную информацию о структуре и электронном состоянии дефектов в алмазе. Автор использует комплекс методов исследования: ЭПР, ИК и люминесценцию, традиционно применяемых для изучения алмазов. Основные результаты диссертации изложены в третьей главе.

Из наиболее важных результатов диссертации хотелось бы отметить следующие:

- Фосфор-содержащие кристаллы алмазов подвергнуты НТНР обработке и показано, что при этом происходит трансформация ближайшего окружения вокруг примесного фосфора с тетраэдрической на октаэдрическую координацию. Но такие образцы не приобретают n-тип проводимости, так как примесный азот является акцептором электрона по отношению к атомам фосфора.

- Необходимым условием создания n-типа алмазов с n-типом проводимости при допировании фосфором является отсутствие в ростовой среде азот-содержащих соединений. И только при концентрациях примесного фосфора, превышающих концентрацию примесного азота, наблюдается спектр ЭПР от электронов проводимости, связанных с примесью фосфора.

- Автору удалось обнаружить три кислород-содержащих парамагнитных центра: OX1, OX2 и OX3. При обогащении образцов изотопом ^{17}O для OX1 центра обнаружена неразрешенная сверхтонкая структура (СТС) от изотопа ^{17}O .

- К числу наиболее важных и интересных результатов относятся данные по вхождению примеси германия в структуру алмаза. Диссертантом обнаружен новый оптически активный парамагнитный центр с $S = 1$ в кристаллах, выращенных в системе Mg-C-Ge. На основании данных по электронному состоянию, симметрии центра и СТС от изотопа германия ^{73}Ge доказано, что примесный атом германия находится в позиции двойной полувакансии.

- Впервые установлено, что оптическая система 720 нм в люминесценции обусловлена дефектом, содержащим атомы кремния и бора в соседних углеродных положениях решетки.

ИНХ СО РАН
ВХ. №15325-361
ОТ
02.12.16.

Результаты диссертационной работы апробированы на большом количестве российских и международных конференций. Опубликовано 7 статей в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах, рекомендованных ВАК.

В целом диссертационная работа Комаровских Андрея Юрьевича представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне. Решена задача о возможности создания p-типа проводимости в допированных примесью фосфора кристаллах алмаза. Определены структуры и электронные состояния германий-вакансионного и бор-кремниевых оптически активных центров в алмазе. Выводы диссертации не вызывают сомнения. Диссертационная работа Комаровских Андрея Юрьевича удовлетворяет требованиям п.9 «Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертант, Комаровских Андрей Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник
лаборатории экспериментальной минералогии и кристаллогенеза
ФГБУН Институт геологии и минералогии
имени В. С. Соболева
Сибирского отделения РАН
28.11.2016 г.

Машковцев Рудольф Иванович

630090, Новосибирск,
пр. Ак. Коптюга, 3
ИГМ СО РАН
Тел.: +7(383) 330-80-15
rim@igm.nsc.ru



Подпись Машковцева Р.И. заверяю:
И.о. ученого секретаря
Института геологии и минералогии
имени В. С. Соболева СО РАН,
кандидат геолого-минералогических наук

Шарыгин И. С.